



Method for measuring level and level sensor

Publication number: DE19916979
Publication date: 2000-11-02
Inventor: KLEMP HEINZ (DE)
Applicant: SICAN GMBH (DE)
Classification:
- international: **G01F23/26; G01F23/22;** (IPC1-7): G01F23/26
- european: G01F23/26B4
Application number: DE19991016979 19990415
Priority number(s): DE19991016979 19990415

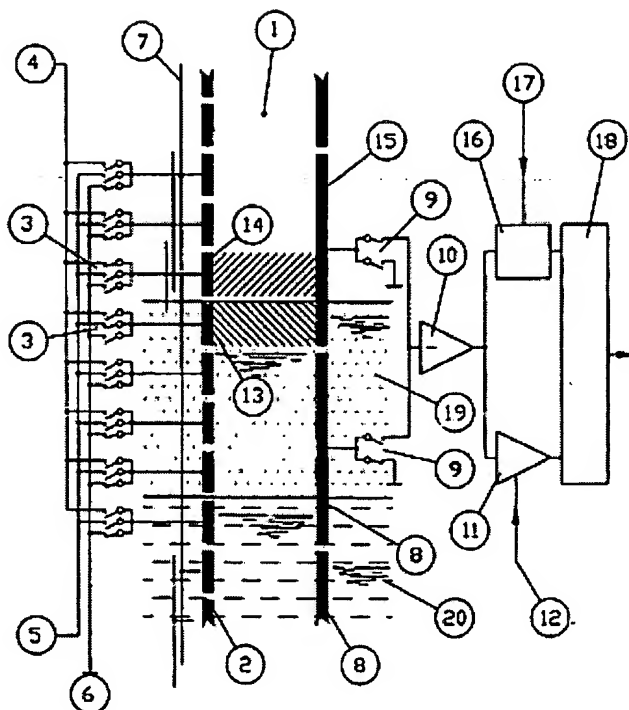
Also published as:

 WO0063657 (A1)
 EP1204848 (A1)
 US6564630 (B1)
 EP1204848 (A0)
 EP1204848 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19916979

The invention relates to a method for measuring level with a plurality of capacitive sensors (1) arranged next to each other along a filling section. The method comprises the following steps: subjecting a sensor (1) to a measuring signal (4) and subjecting an adjacent sensor (1) to a phase-displaced measuring signal (5); measuring the resulting signals on said sensors (1); determining the phase displacement between the resulting signals; and establishing the level according to the phase displacement.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



71 Anmelder:
SICAN Gesellschaft für Silizium-Anwendungen und
CAD/CAT Niedersachsen mbH, 30419 Hannover, DE

74 Vertreter:
GRAMM, LINS & PARTNER, 38122 Braunschweig

72 Erfinder:
Klemp, Heinz, 30916 Isernhagen, DE

55 Entgegenhaltungen:

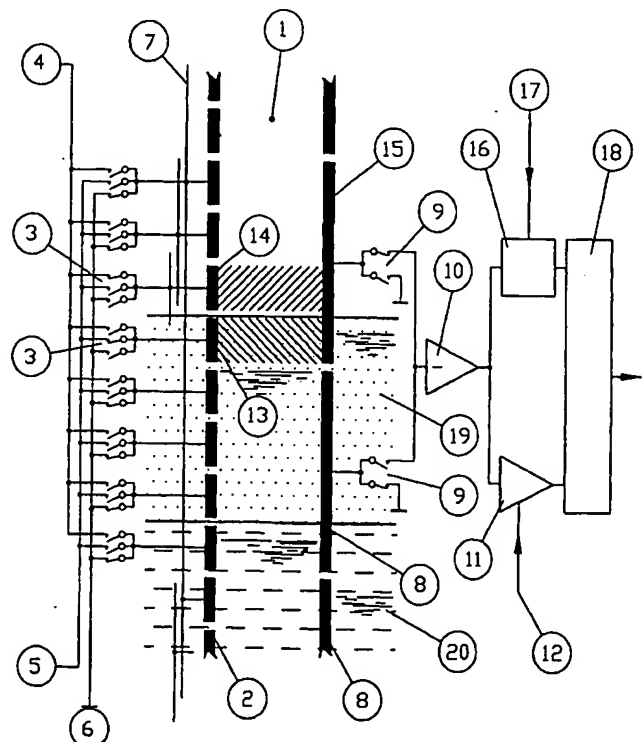
DE	196 44 777 C1
DE	31 14 678 C2
DE	25 15 065 C2
DE-AS	22 21 741
DE	40 37 927 A1
DE	39 26 218 A1
US	54 37 184

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Füllstandsmessung und Füllstandssensor

- 57 Ein Verfahren zur Füllstandsmessung mit einer Vielzahl nebeneinander entlang einer Füllstrecke angeordneten kapazitiven Sensoren (1) hat die Schritte:
- Beaufschlagen eines Sensors (1) mit einem Meßsignal (4) und eines benachbarten Sensors (1) mit einem phasenverschobenen Meßsignal (5)
 - Messen der resultierenden Signale an den beaufschlagten Sensoren (1)
 - Bestimmen der Phasenverschiebung zwischen den resultierenden Signalen, und
 - Ermitteln des Füllstands in Abhängigkeit von der Phasenverschiebung.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Füllstandsmessung sowie einen Füllstandssensor mit einer Vielzahl nebeneinander entlang einer Füllstrecke angeordneten kapazitiven Sensoren, die aus Feldelektroden und diametral gegenüberliegenden Meßelektroden bestehen.

Füllstandssensoren werden insbesondere in Kraftstofftanks, z. B. bei Kraftfahrzeugen und Motorrädern verwendet. Aus Sicherheitsgründen haben Kraftstofftanks zumeist eine sehr irreguläre Form, wodurch herkömmliche Potentiometer-Sensoren nur beschränkt einsetzbar sind. Ihre Auflösung und Genauigkeit ist im Bereich der Restmenge oder bei vollem Tank eingeschränkt. Außerdem sind Potentiometer-Sensoren verschleißanfällig und können leicht durch mechanische Einflüsse ausfallen.

Alternativ zu Potentiometer-Sensoren sind kapazitive Sensoren bekannt. So sind z. B. in der DE-AS 22 21 741 und der DE-PS 25 15 065 Füllstandssensoren mit übereinander entlang einer Füllstrecke angeordneten Kondensatoren beschrieben, die mit Impulsen an den Feldelektroden der Kondensatoren beaufschlagt werden. Die Meßelektroden sind mit einem Differenzverstärker verbunden. Die Dielektrizitätskonstante des Mediums, in das der Füllstandssensor eingetaucht ist, beeinflusst die Kapazität der Kondensatoren. In der DE-AS 22 21 741 bilden zwei benachbarte Kondensatoren der gleichen Kapazität einen Differentialkondensator. Die Differentialkondensatoren werden der Reihe nach an ihren gemeinsamen Elektroden mit einem Impulssignal beaufschlagt, so daß das Ausgangssignal des Differenzverstärkers null ist, wenn sich beide zu einem Differentialkondensator gehörigen Kondensatoren im gleichen Medium befinden. Entsprechend ist das Differenzsignal ungleich null, wenn sich die beiden Kondensatoren in verschiedenen Medien befinden. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers ist mit einem Impulszähler verbunden und die Anzahl sich von null unterscheidenden Impulse ist ein Maß für die Füllhöhe.

Diese Anordnung hat den Nachteil, daß die jeweils beiden Kondensatoren, die einen Differenzkondensator bilden, exakt die gleiche Kapazität aufweisen müssen.

In der DE-OS 49 37 927 ist eine Einrichtung zur Füllstandsmessung beschrieben, bei der Kondensatoren zu einer ersten und mindestens einer weiteren Gruppe zusammengefaßt sind. Jede Gruppe enthält zwei Untergruppen von parallel geschalteten Kondensatoren. Zwei in Füllstreckenrichtung aufeinanderfolgende Kondensatoren derselben Gruppe weisen bei gleichem Dielektrikum annähernd gleiche Kapazitäten auf. Die Untergruppen einer Gruppe sind jeweils an eine gemeinsame Vergleichseinheit angeschlossen, die in Abhängigkeit von der Differenz der resultierenden Kapazitäten der Untergruppen ein digitales Vergleichssignal bildet. Als Referenzwert für die resultierende Kapazität einer Untergruppe dient die resultierende Kapazität einer anderen Untergruppe. Damit werden gleichsinnige Alterungs- und Umwelteinflüssen kompensiert.

Die Einrichtung hat den Nachteil, daß die Kondensatoren exakt die gleiche Kapazität aufweisen müssen. Außerdem ergeben sich Probleme durch parasitäre Streukapazitäten, da pro Impuls eine Reihe Kondensatoren angesprochen werden, die sich wechselseitig beeinflussen.

In der DE-PS 31 14 678 ist ein Füllstandsanzeiger beschrieben, bei dem mehrere Meßelektroden abschnittsweise zusammengefaßt und eine Auswerteschaltung zugeführt sind. Die Sensorelemente haben eine einzige Gegenelektrode. Die unterhalb eines Flüssigkeitsspiegels liegenden Kondensatoren sind durch das Dielektrikum der Flüssigkeit parallel geschaltet, so daß die resultierende Kapazität das

Maß für die Flüssigkeitsstand ist. Es ist daher ein Referenzwert zur Umsetzung der gemessenen Kapazität in einen proportionalen Flüssigkeitsstand erforderlich. Der Referenzwert ist abhängig von dem zu messenden Medium und muß bei jedem neuen Befüllen des Behälters neu kalibriert werden. Zudem treten Streukapazitäten zwischen der Gegenelektrode und den Meßelektroden sowie zwischen den Meßelektroden auf.

Die DE-OS 39 26 218 A1 zeigt eine Füllstandsmeßeinrichtung, mit der der Füllstand inhomogen verteilter Medien ohne Kalibrierung eines Referenzwertes bestimmbar ist. Hierzu werden die Meßelektroden als Einzelelektroden eine Auswerteeinheit zugeführt und zyklisch sequentiell ausgewertet. Dabei wird jeder Kapazitätswert in einem Komparator mit einem Referenzwert verglichen, der für gleichgroße Elektroden gleich ist. Es ist eine einzige Gegenelektrode vorhanden, die die Behälterwand sein kann.

In der DE-PS 196 44 777 C1 ist ein Füllstandssensor beschrieben, bei dem die Meßelektroden der kapazitiven Sensoren einzeln ansteuerbar mit einer Füllstandsauswerteschaltung verbunden sind. Pro Feld sind die Gegenelektroden der entsprechenden Gruppe kapazitiver Sensoren zu einer Feldelektrode zusammengeschaltet und die Feldelektroden der Felder sind einzeln ansteuerbar mit der Füllstandsauswerteschaltung verbunden. Durch die Aufteilung der üblichen einstückigen Gegenelektroden in eine Vielzahl von Feldelektroden werden die Streukapazitäten reduziert.

Oftmals befinden sich am Boden eines Kraftstofftanks Wasseransammlungen. Zudem kann die Dielektrizitätskonstante des Mediums variieren. Hierdurch treten bei den vorgenannten Füllstandssensoren Meßfehler auf.

Aufgabe der Erfindung war es daher, ein Verfahren zur Füllstandsmessung mit einer Vielzahl nebeneinander entlang einer Füllstrecke angeordneten kapazitiven Sensoren sowie einen Füllstandssensor hierzu zu schaffen, durch den der Füllstand von Tanks einfach und zuverlässig bestimmbar ist, auch wenn der Tank mit unbekannten oder verschiedenen Medien gefüllt ist.

Die Erfindung wird durch das Verfahren mit den Schritten gelöst:

- Beaufschlagen eines Sensors einem Meßsignal und eines benachbarten Sensors mit einem phasenverschobenen Meßsignal,
- Messen der resultierenden Signale an den beaufschlagten Sensoren,
- Bestimmen der Phasenverschiebung zwischen den resultierenden Signalen, und
- Ermitteln des Füllstands in Abhängigkeit von der Phasenverschiebung.

Indem die Sensoren, z. B. kapazitive Sensoren, gleichzeitig mit zwei gegeneinander phasenverschobenen Meßsignalen beaufschlagt werden, heben sich diese Signale auf, wenn sich die beaufschlagten Sensoren im gleichen Medium befinden. Hierzu ist es vorteilhaft, wenn die Meßsignale gegenphasig, d. h. um 180° phasenverschoben sind. Zudem sollten jeweils zwei Sensoren mit einem Signal beaufschlagt werden. Solange die Sensoren in einem Medium mit einer Dielektrizitätskonstanten $\epsilon_r > 1$ befindlich sind, kompensieren sich die Signale in der Phase, auch wenn die Medien unterschiedlich sind.

Befindet sich ein Sensor in Luft, mit einer Dielektrizitätskonstanten $\epsilon_r = 1$, dann tritt eine Phasenverschiebung bei dem Summensignal aus den beiden gegeneinander phasenverschobenen Meßsignalen auf, wodurch die Füllhöhe erkannt wird.

Zur Vermeidung von parasitären Streukapazitäten ist es

vorteilhaft, wenn die nicht mit einem Meßsignal beaufschlagten Sensoren auf ein Massepotential gelegt sind. Hierzu können die Meßelektroden jeweils einen Umschalter haben, mit dem sie an das Meßsignal, an das phasenverschobene Meßsignal oder das Massepotential gelegt werden können. Die Schalter können z. B. mit einem Mikroprozessor gesteuert werden.

Die Sensoren werden vorteilhafterweise entlang der Füllstrecke der Reihe nach kontinuierlich beaufschlagt, so daß die Füllstrecke kontinuierlich durchgescannt wird.

Die an den Meßelektroden der Sensoren gemessenen resultierenden Signale werden vorteilhafterweise mit einem Summierverstärker verstärkt und einem Phasenvergleich zur Bestimmung der Phasenverschiebung zugeführt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn zusätzlich die Amplitude des Summensignals bestimmt wird. Durch Vergleich mit einem Referenzsignal ist es hierdurch möglich, das Medium zu bestimmen, das die jeweilige Meßelektrode umgibt.

Zur Vermeidung parasitärer Streukapazitäten ist es weiterhin vorteilhaft, die Meßelektroden wahlweise mit dem Summierverstärker oder einem Massepotential schaltbar zu verbinden. Diese Schalter können wiederum durch einen Mikroprozessor gesteuert werden.

Es hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn eine Vielzahl von Feldelektroden entlang der Füllstrecke vorgesehen sind, die jeweils mit dem Meßsignal beaufschlagt werden können. Das resultierende Signal sollte an Meßelektroden gemessen werden, wobei für mehrere Feldelektroden jeweils eine Meßelektrode vorgesehen ist. Es ist besonders vorteilhaft, wenn jeweils vier Feldelektroden mit einer Meßelektrode zusammenwirken.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Blockschaltbild des Füllstandssensors mit Phasen- und Amplituden-Vergleicher;

Fig. 2 Prinzipskizze des Füllstandssensors mit beaufschlagten Sensoren, die oberhalb des Mediums sind;

Fig. 3 Prinzipskizze des Füllstandssensors mit beaufschlagten Sensoren, die in das Medium eingetaucht sind.

Die **Fig. 1** läßt ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Füllstandssensors erkennen. Die kapazitiven Sensoren 1 sind im wesentlichen aus einer Vielzahl von Feldelektroden 2 gebildet, die nebeneinander entlang der Füllstrecke für ein Medium angeordnet sind. Pro Feldelektrode 2 ist jeweils ein Schalter 3 vorgesehen, mit dem die Feldelektrode 2 wahlweise mit einem Meßsignal 4, einem um 180° hierzu phasenverschobenen Meßsignal 5 oder einem Massepotential 6 verbunden werden kann. Alternativ zu der Verwendung jeweils eines Schalters 3 pro Feldelektrode 2 können auch entfernt voneinander liegende Feldelektroden 2 mit einer Busleitung 7 verbunden und gleichzeitig mit einem Meßsignal beaufschlagt werden. Dies hat den Vorteil, daß der Verdrahtungsaufwand und der Bedarf an Schaltern 3 verringert werden kann.

Diametral gegenüberliegend von den Feldelektroden 2 befinden sich Meßelektroden 8, die zusammen mit den Feldelektroden 2 als kapazitive Sensoren 1 arbeiten. Für eine Vielzahl von Feldelektroden 2 ist jeweils eine Meßelektrode 8 vorgesehen. Beispielhaft ist die Verwendung einer Meßelektrode 8 für vier Feldelektroden 2 skizziert. Die Meßelektroden 8 sind jeweils mit einem Schalter 9 wahlweise mit Massepotential oder einem Summierverstärker 10 verbindbar. Der Ausgang des Summierverstärkers 10 wird in einen Phasenvergleich 11 geleitet, um das resultierende Meßsignal mit einem Referenzsignal 12 zu vergleichen.

Im skizzierten Beispiel befindet sich die untere Feldelektrode 13 der beaufschlagten Sensoren 1 in einem Medium und die obere Feldelektrode 14 in Luft. Aufgrund der unter-

schiedlichen Dielektrizitätskonstanten ϵ_r von Luft und dem Medium tritt eine Phasenverschiebung des an der den beiden Feldelektroden 13 und 14 gegenüberliegenden Meßelektrode 15 anliegenden resultierenden Signals auf. Das resultierende Signal wird durch den Summierverstärker 10 verstärkt und die Phasenverschiebung als Maß für den Füllstand erkannt.

Zusätzlich ist der Summierverstärker 10 mit einem Amplitudenvergleich 16 verbunden. Hierdurch ist es möglich die Amplitude des resultierenden Signals mit einer Referenzamplitude 17 zu vergleichen und das Medium zu bestimmen, in dem sich der beaufschlagte Sensor 1 befindet.

Die resultierenden Signale des Phasenvergleichers 11 und des Amplitudenvergleichers 16 können mit einem herkömmlichen Schnittstelleninterface 18 z. B. an einen Auswerte- und Steuerungsrechner übertragen werden.

Die **Fig. 1** läßt weiterhin die Problematik in herkömmlichen Tanks erkennen, daß bei der Messung der Füllhöhe nicht nur ein Übergang von Luft zu einem Medium, sondern auch ein Übergang zwischen verschiedenen Medien erkannt wird. Beispielsweise kann sich in dem Tank Treibstoff 19 und am Boden des Tanks Wasser 20 befinden. Beide Medien sind jedoch leitend, so daß sich die Phasen der Meßsignale gegeneinander aufheben. Lediglich die Amplitude des resultierenden Summensignals kann bei einem Übergang von zwei leitenden Medien variieren. Bei dem Übergang zwischen nicht leitender Luft und einem leitenden Medium tritt hingegen eine Phasenverschiebung des Signals in Bezug auf ein Referenzsignal 12 auf, so daß eine Füllhöhe detektiert wird.

Die **Fig. 2** läßt eine Prinzipskizze des Füllstandssensors erkennen, bei dem die beaufschlagten Sensoren 1 in Luft oberhalb des Füllstandspegels 21 befindlich sind. Die zwei nebeneinanderliegenden Feldelektroden werden mit einem Meßsignal 4 und einem um 180° phasenverschobenen Meßsignal 5 beaufschlagt und das resultierende Signal an der gegenüberliegenden Meßelektrode 8 ausgewertet, nachdem es durch den Summierverstärker 10 verstärkt wurde. Wenn beide beaufschlagten Feldelektroden in Luft sind, beträgt die Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 1$ und es findet keine Ladungsverschiebung an dem durch die Feldelektroden 2 und die Meßelektrode 8 gebildeten Kondensators statt. Das resultierende Signal ist somit null und nicht in Bezug auf ein Referenzsignal phasenverschoben. Dadurch wird erkannt, daß sich beide beaufschlagten Feldelektroden 2 im gleichen Medium befinden.

Die **Fig. 3** läßt eine Prinzipskizze erkennen, bei dem die beaufschlagten Meßwertaufnehmer sich im gleichen Medium unterhalb des Füllstandspegels 21 befinden. Die beaufschlagten Feldelektroden 2 werden mit einem Meßsignal 4 und einem um 180° phasenverschobenen Meßsignal 5 beaufschlagt. Aufgrund der gleichen Dielektrizitätskonstanten heben sich die Signale gegenseitig auf und an der entsprechenden gegenüberliegenden Meßelektrode 8 wird ebenso wie dem Beispiel der **Fig. 2** festgestellt, daß keine Phasenverschiebung vorhanden ist.

Befindet sich jedoch eine Feldelektrode 2 oberhalb des Füllstandspegels 21 und die andere Feldelektrode 2 unterhalb des Füllstandspegels 21 im Medium, so tritt insbesondere dann eine Phasenverschiebung des resultierenden gemessenen Signals auf, wenn eine der beaufschlagten Feldelektroden 2 nur teilweise in das Medium eingetaucht ist. Die Phasenverschiebung wird gemessen und zeigt die Füllhöhe an.

Die Feldelektroden 2 werden kontinuierlich entlang der Füllstrecke z. B. mit einem Multiplexer der Reihe nach mit einem Meßsignal beaufschlagt. Wie aus den Figuren ersichtlich ist, ist die Fläche der Meßelektrode 8 größer als die der

Feldelektrode 2, so daß die Signale mehrerer Feldelektroden 2 an einer einzigen Meßelektrode 8 bereits als Summensignal abgegriffen werden können.

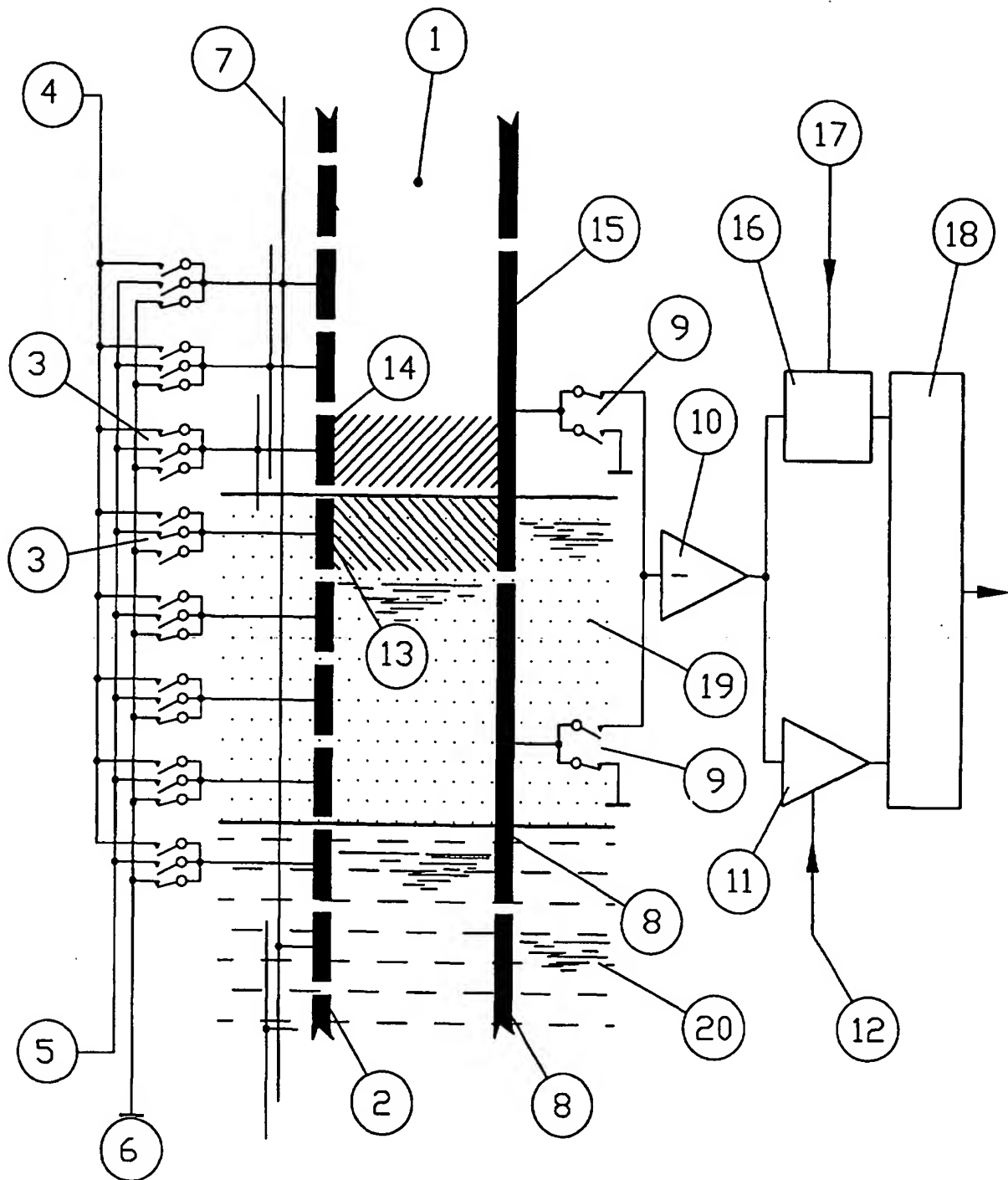
Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Füllstandsmessung mit einer Vielzahl nebeneinander entlang einer Füllstrecke angeordneten kapazitiven Sensoren (1), **gekennzeichnet durch**
 - Beaufschlagen eines Sensors (1) mit einem Meßsignal (4) und eines benachbarten Sensors (1) mit einem phasenverschobenen Meßsignal (5),
 - Messen der resultierenden Signale an den beaufschlagten Sensoren (1),
 - Bestimmen der Phasenverschiebung zwischen den resultierenden Signalen, und
 - Ermitteln des Füllstands in Abhängigkeit von der Phasenverschiebung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenverschiebung zwischen dem Meßsignal (4) und dem phasenverschobenen Meßsignal (5) 180° beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die nicht mit einem Meßsignal beaufschlagten Sensoren (1) auf ein Massepotential (6) gelegt sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (1) entlang der Füllstrecke der Reihe nach kontinuierlich beaufschlagt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Erkennen eines Medium, daß die beaufschlagten Sensoren (1) umgibt, durch Summieren der resultierenden Signale und Vergleichen der Amplitude des summierten Signals.
6. Füllstandssensor mit einer Vielzahl nebeneinander entlang einer Füllstrecke angeordneten kapazitiven Sensoren (1), die aus Feldelektroden (2) und diametral gegenüberliegenden Meßelektroden (8) bestehen, dadurch gekennzeichnet, daß Schalter (3) zum wahlweisen Verbinden von ausgewählten Feldelektroden (2) mit einem Meßsignal (4), einem phasenverschobenen Meßsignal (5) oder einem Massepotential (6) vorgesehen sind, ein Phasenvergleich (11) zum Ermitteln der Phasenverschiebung der resultierenden Signale mit den Meßelektroden (8) verschaltbar ist, und eine Steuerungseinheit vorgesehen ist, um eine Feldelektrode (2) mit einem Meßsignal (4) und eine benachbarte Feldelektrode (2) mit einem phasenverschobenen Meßsignal (5) zu beaufschlagen und eine Auswerteschaltung zur Ermittlung des Füllstands in Abhängigkeit von der Phasenverschiebung vorgesehen ist.
7. Füllstandssensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils eine Meßelektrode (8) für mehrere Feldelektroden (2) vorgesehen ist.
8. Füllstandssensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils für vier Feldelektroden (2) eine Meßelektrode (8) vorgesehen ist.
9. Füllstandssensor nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Schalter (9) an den Meßelektroden (8) vorgesehen ist, um die Meßelektroden (8) wahlweise mit dem Phasenvergleich (11) oder einem Massepotential zu verbinden.
10. Füllstandssensor nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Phasenvergleich (11) und den Meßelektroden (8) ein Summierverstärker (10) geschaltet ist.

11. Füllstandssensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Amplitudenvergleich (16) hinter den Summierverstärker (10) geschaltet ist, um die Signalamplitude mit einem Referenzsignal (17) zu vergleichen und das Medium zu bestimmen, das die beaufschlagten Sensoren (1) umgibt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



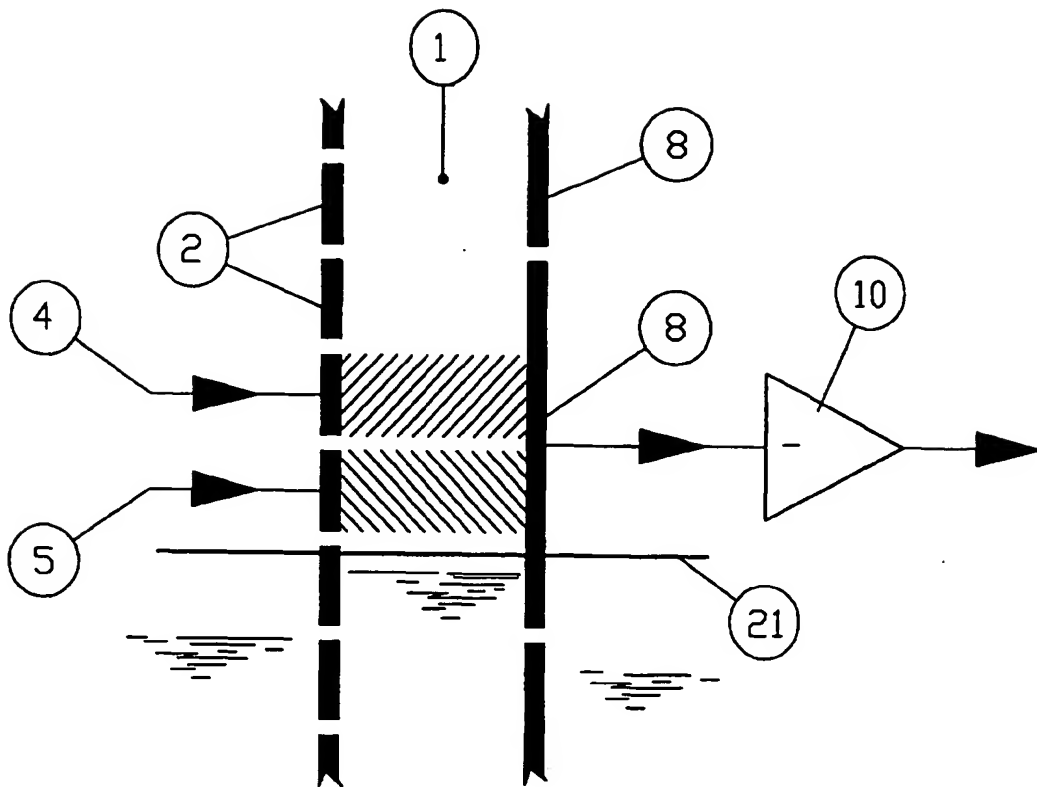


Fig. 2

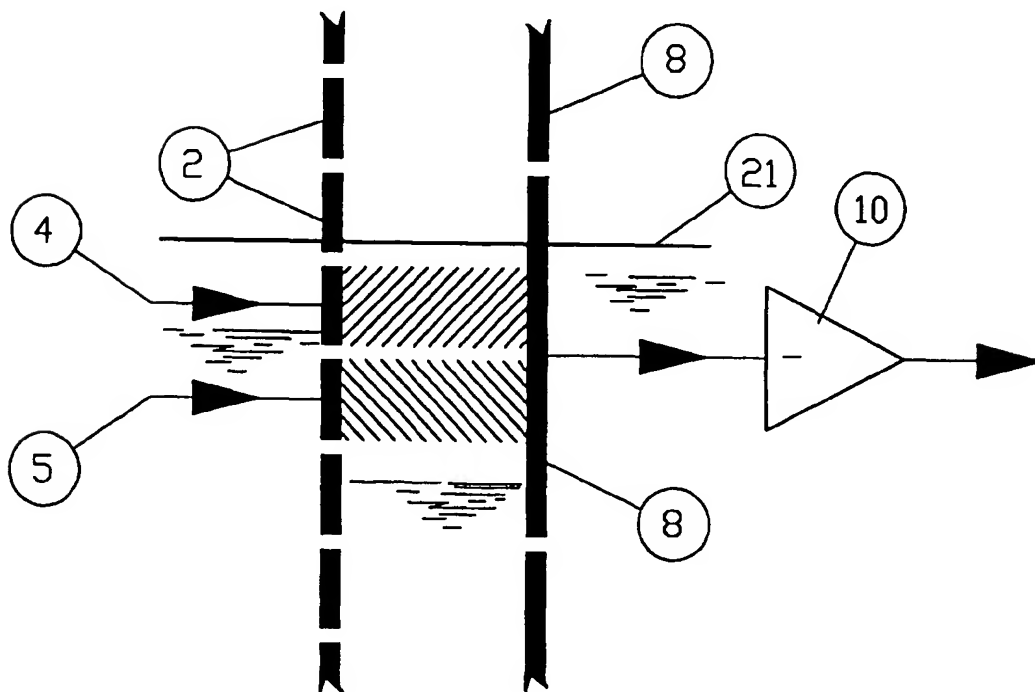


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY

8/4/2006